

世界を支える日本の技術とものづくり その2

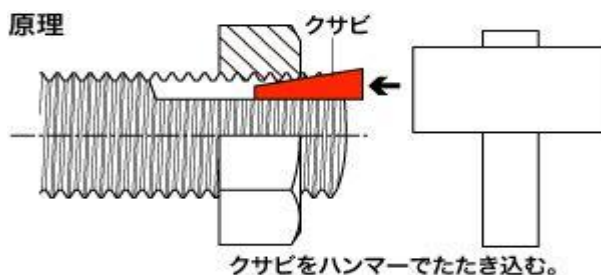
令和8年4月22日

社長 清水 澄人

2. 日本の未来を支える独自技術を紹介します。

① 世界中の新幹線の「絶対に緩まないナット」世界に誇る日本の技術

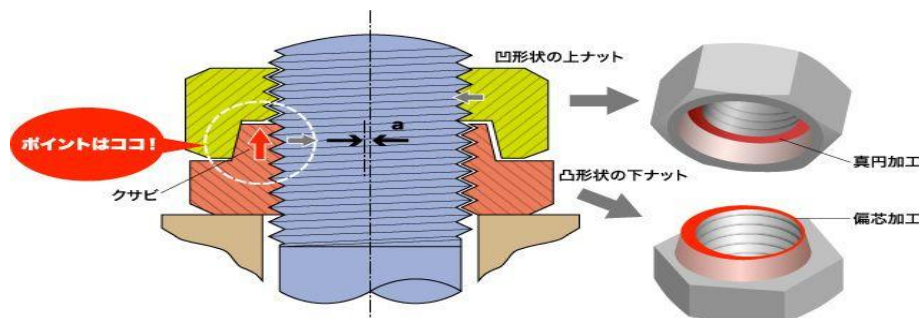
新幹線ナット、この新幹線には、16両編成で2万本ものボルトが使われていると言われています。そして新幹線の走行中は車体が激しく振動します。この振動でボルトを締めるナットが万が一外れたら大惨事を招くことは容易に想像できます。なので、新幹線のナットは絶対に緩んではならないわけで、この「絶対に緩まないナット」は大阪にある約90名程のゆるみ止めねじの開発と製造及び販売を行う企業「ハードロック工業株式会社」が開発しています。日本をはじめイギリスやポーランド、オーストラリア、中国、台湾、韓国といった地域の鉄道で採用されていて、74年の創業以来、日本をはじめ世界の鉄道の安全走行を下支えしています。鉄道以外にも、東京スカイツリーなどにも採用されています。



クサビとハンマーの2個ナット

(ハードロック工業株式会社 ホームページ参照)

「ハードロックナット」のアイデアはとてもシンプルで、ナットとネジの間にクサビを打ち込んで緩み止めの効果を発揮させるというもの、だが、施工現場でナットを使うたびにクサビを打ち込むのは非効率で、現実的でない。どうしたらナットにクサビの役割を持たせられるか考えた。その結果、考えついたのは、1本のボルトに「凸凹」形状の2つのナットと使う方法。凸形状の下ナットは、凸形に加工する際に芯を少しズラすこと（偏芯加工）でクサビの役割を果たす。凹形状の上ナットは、凹形



に加工する際に芯をズラさないこと（真円加工）で、ハンマーでクサビを打ち込む機能を実現した。2つのナットがかっちりかみ合えば、緩みがまったく起きなくなる。

② 世界最先端の日本のトイレ、トイレ技術の海外進出

海外の人が日本にきた時にビックリするのがトイレです。日本人にとっては当たり前ともなった「温かい便座」と「ウォシュレット」。そして綺麗なトイレ。中でもウォシュレット(温水洗浄便座)は日本が世界に誇る技術の一つです。日本ではこの30年で1世帯あたりの温水洗浄便座の普及率が20%から80%にもなりました。この数値は世界でみても、先進国の中でも日本がダントツです。この市場でシェアナンバーワンのTOTOの登録商標で、ウォシュレット以外にも様々なものがあり、例えば節水や節電、除菌水、陶器の表面をナノレベルで汚れが付きにくくする技術など。世界ではTOTOのトイレは高級ブランドとして最高級クラスのホテルに導入され、日本に観光へ訪れた中国の富裕層が購入するそうです。



TOTO トイレの進化の歴史

③ 海外観光客にも人気の食品サンプル、世界に誇る日本の技術

食品サンプル、意外な物で海外の人に驚きを与えているのが食品サンプルです。日本の食品サンプルはもはや芸術。先進国の中でも難解な言語である日本語。外国人観光客にとっては日本語がわからずともサンプルを指差すだけでメニューの注文ができます。その精巧さに感動しお土産として買っていく外国の方も増えているようです。最近では、この技術を応用して携帯のストラップやキーホルダー、部屋のオブジェやアクセサリーなどもあります。



④ 心地よい温かさが長時間続く「ホッカイロ」 世界に誇る日本の技術

ホッカイロ、寒い時期の必需品であり、このホッカイロも実は日本発祥の物であり、世界に誇る日本の技術です。世界にも輸出されていて欧米諸国から中国、台湾といった国々の人に愛用されています。ホッカイロの技術ですごいのは、発熱そのものというよりも心地よい一定温度の温かさが長時間持続する、という点です。小林製薬が世界ナンバーワンシェアを誇ります。特に中国での人気が高く、2003年に小林製薬が海外進出を果たした当時、中国ではホッカイロ自体はほとんど無名でしたが、現在は認知度が90%にもあがるそうです。



⑤ 小林製薬の「熱さまシート」使い捨てカイロにつづく商品、海外でも人気を博す商品が冷却シート。世界約20カ国で展開し、国外で年間1億8000万枚も売り上げ、2014年には海外での売り上げが国内を上回っています。日本では”子供が熱を出した時”など、発熱時に使うイメージがありますが、海外特に暑い地域では”暑い時に使う”製品となっています。



⑥ トイレ用洗浄剤で年間売上高が世界一、ギネス世界記録にも認定。

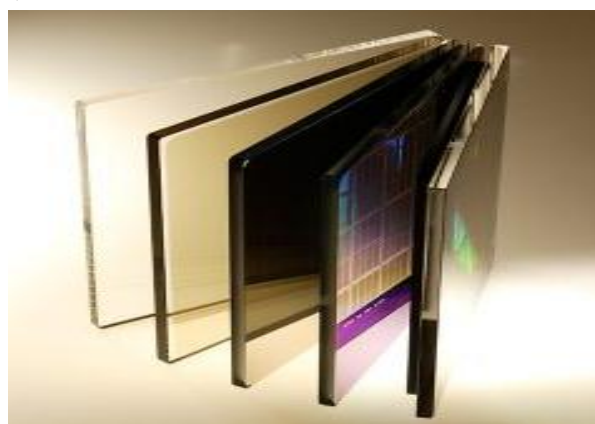


日本人の私たちにはごく日常的で馴染みのあるトイレ用洗浄剤の「ブルーレット」。ブルーレットも実は日本初のごい商品です。世界各国で販売されるトイレ用洗浄剤約70品目のうち、ブルーレットの国内売上高は2013年には、約138億円となり、世界一となりました。2014年にはこの売り上げ実績がギネス世界記録に認定された。

製造業の中で日本技術が**圧倒的に世界一級分野**（経済産業省や調査会社レポート参考）

⑦ 半導体露光装置のフォトマスク用素材（ブランク）

日本企業（特にHOYAとグローバルウェーハズ）は、フォトマスクのブランク（未加工ガラス）で世界シェアの**90%以上**を占めています。EUVリソグラフィなど超微細加工向けのブランクスでは、原子レベルの平坦性・均質性・不純物管理が必要であり、これは長年にわたる光学ガラス技術と研磨技術の蓄積によるものです。他国では品質と歩留まりで追いつけない領域です。



⑧ 工作機械の超精密加工技術

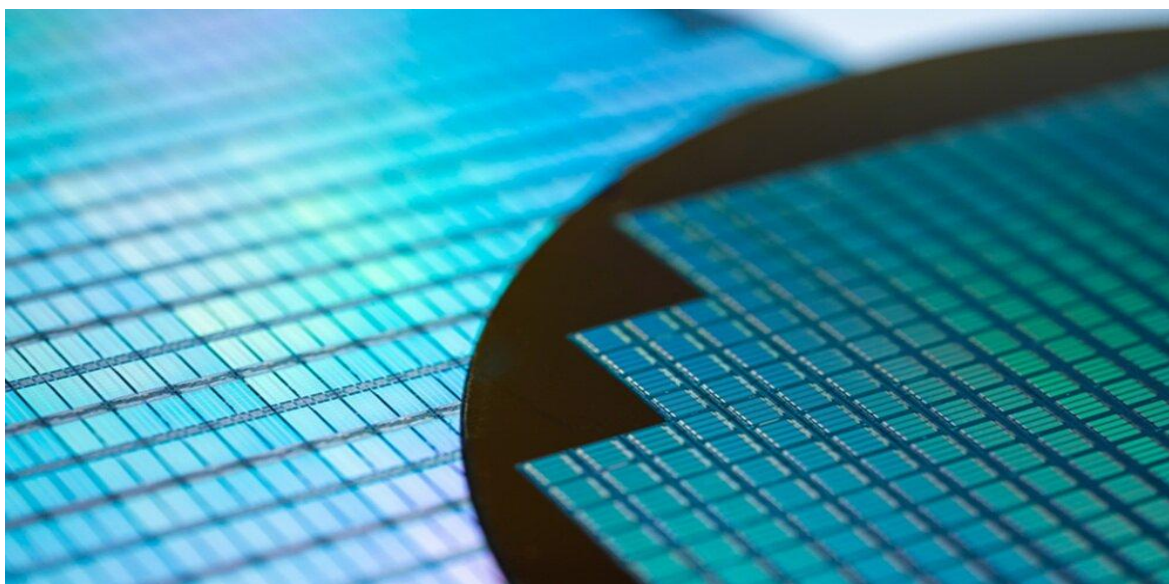
日本のヤマザキマザック、オークマ、牧野フライスなどは、ナノメートル精度の切削加工や自動化システム（マシニングセンタ）で高い評価を受けています。特に航空機、医療、金型産業では、日本の装置でないと達成できない精度や長時間安定性があります。また、装置そのものの剛性・振動制御・熱変形補正など、総合的な「工作精度」ではドイツと並び世界の頂点です。



⑨ 高純度化学薬品・超純水供給技術

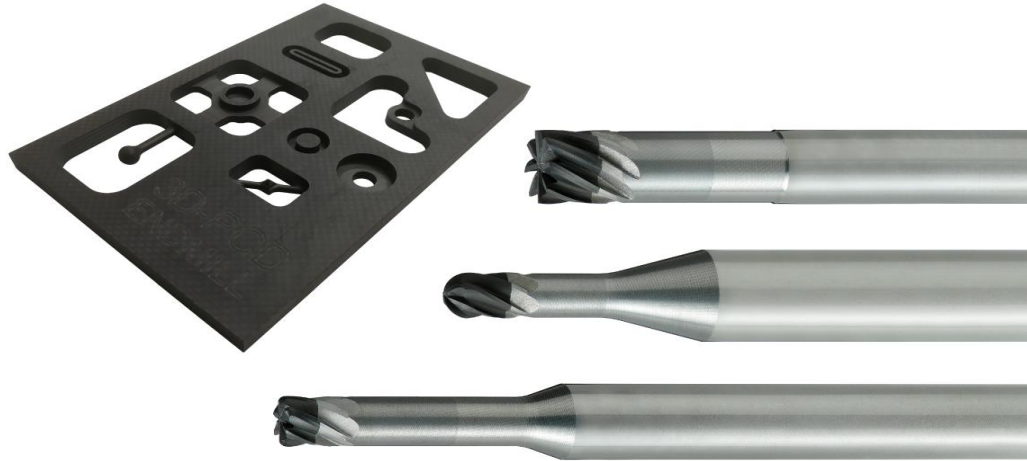
半導体製造や医薬品生産に不可欠な超高純度の薬液や超純水（UPW）は、日本の住友化学、信越化学、東ソーなどが主導しています。1兆分の1pptレベルの不純物管理が可能であり、世界の最先端工場では使われる薬品の多くは日本から供給されています。製造だけでなく、配管材やポンプなども含めた総合的な供給技術は他国が真似できないレベルにある。

半導体製造において、工程の清浄度はデバイス性能と歩留まりを左右する重要な要素です。ウェハそのものだけでなく化学薬品に含まれる微量な不純物も歩留まりの、低下やデバイス不良の原因となります。デバイスの微細化が進むにつれ、不純物の影響リスクはさらに高まり、製造工程の清浄度管理が重要であり、日本の技術が不可欠です

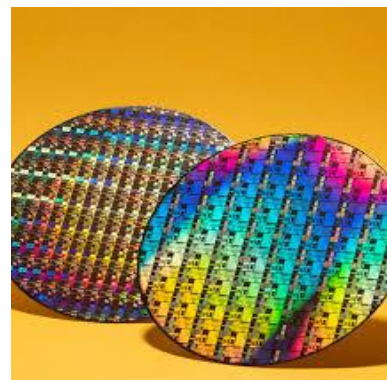
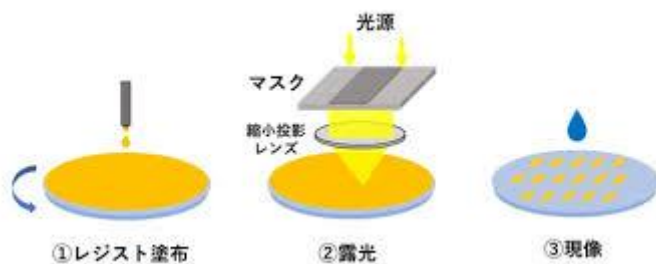
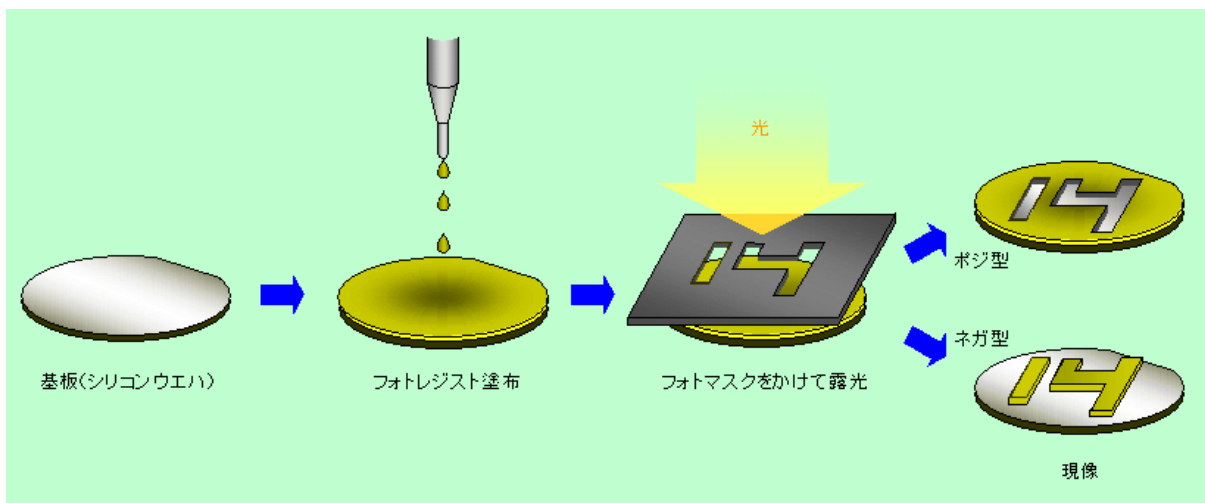


⑩ 焼結ダイヤモンド工具 (PCD・CBN 工具)

日本の三菱マテリアル、住友電工、日立工具などが開発する焼結ダイヤモンド工具や立方晶窒化ホウ素 (CBN) 工具は、超難削材 (チタン合金、インコネルなど) の加工に不可欠です。微細切削での高耐摩耗性・高熱伝導性・長寿命化などで、日本製品はトップクラスを選択肢とされています。特に航空・医療部品で使用される高硬度素材では、これらの工具なくして加工は困難です。



⑪ フォトレジスト市場では、東京応化工業 (TOK)、JSR、信越化学工業、富士フィルム、住友化学など日本勢が主要企業で世界シェアの大半を占めているとされています。



以上

ホルムズ海峡封鎖の影響

米国、イスラエルによるイラン・イスラム共和国との戦争は両陣営によるホルムズ海峡封鎖と言う、中東石油に依存度の高い国々に取っては経済的に致命傷になりかねない事態になっています。取り分け依存率92%にも及ぶ日本経済には高市政権は大変に健闘してくれていますが、便乗値上げや供給停滞は日に日にその深刻さを増しています。一刻も早くこの深刻な事態が終息することを祈るばかりです。企業として容易に対処できる様な問題ではなく、事態の推移を見守るしかないのは残念なことであります。

1. 米国ホルムズ海峡封鎖の影響（資源エネルギー庁 参照）

米国のホルムズ海峡封鎖は、イラン主力石油積出港であるカグ島からの積出港の完全停止が数週間継続すると、既に貯蓄タンクは80%に達しており、やがて100%になりますと油田の排出システムを停止せざる得ない事態に近づいています。米国ベッセント財務長官が発表していますが、一度停止させると油田が二度と再生出来なくなる可能性が高いと言っています。これはホルムズ海峡封鎖の石油供給へ

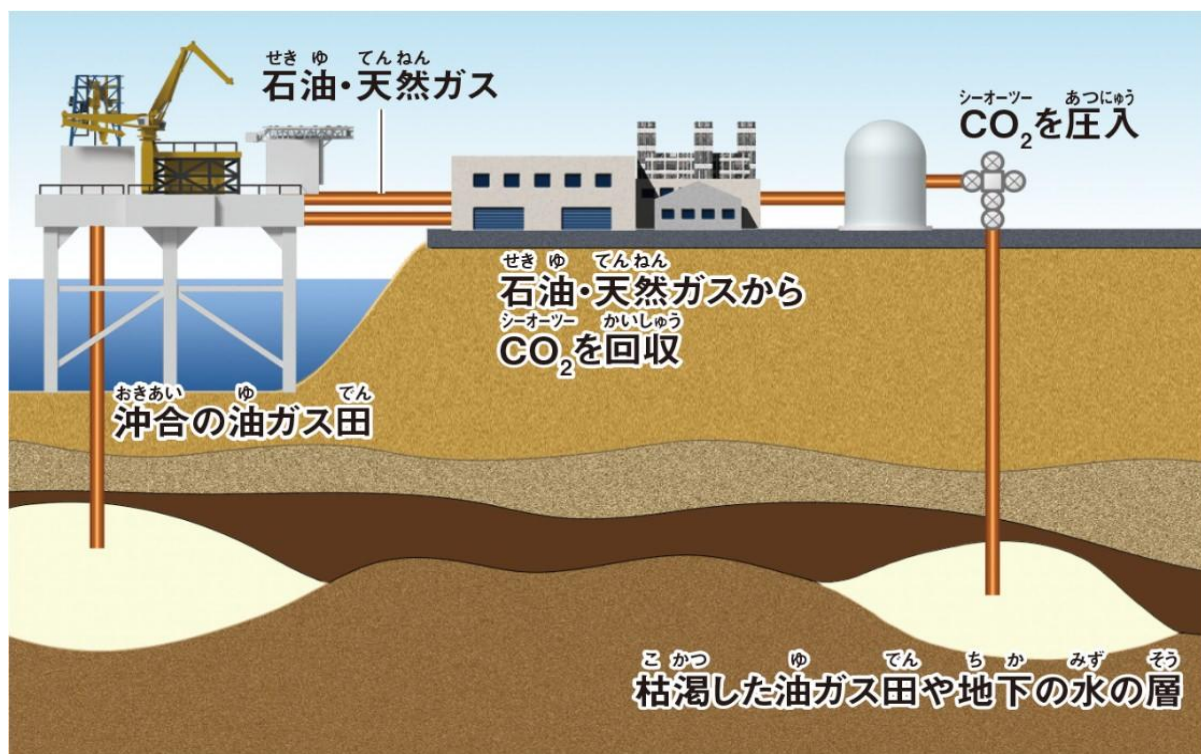


の最大の懸念、非常に重要な視点です。油田を1年ほど放置すると、地層が変化して原油が採れなくなると言うことですが、原油が消えてなくなるわけではないが、再び採掘するのが非常に困難(あるいは非効率)な状態になるという解説されています。専門用語で地層汚染 (Formation Damage) や「生産障害」と言う。

なぜ放置がダメなのか、そのメカニズムを大きく4つのポイントがあります。

- ① パラフィンやアスファルテンの「凝固」 原油は単なるサラサラした液体ではなく、ワックス成分(パラフィン)や重質な成分(アスファルテン)を含んでいます。地下では地熱と圧力によってこれらは溶けています。しかし、生産を止めて1年も放置すると、井戸付近の温度や圧力が変化し、これらの成分が「冷えて固まった脂」のように岩盤の隙間(孔隙)を塞いでしまいます。結果、パイプの中だけでなく、原油が染み出してくる岩石の「マイクロな通り道」が物理的に詰まってしまう、再びポンプを回しても原油が流れてこなくなります。
- ② 水やガスの「浸入 (コーン現象)」 油田の地下は、上から「ガス・原油・水」の層に分かれてバランスを保っています。稼働中は計算された圧力で原油だけを吸い上げていますが、長期間停止すると、地下の圧力バランスが崩れます。下の層にある塩水が原油の層に這い上がってきたり(ウォーター・コーン)、上のガスが混じり合ったりします。結果、再開したときに「原油ではなく水ばかりが出てくる」状態になったり、地層内の原油が分断されて回収不能になったりします。これを元に戻すには膨大なコストと時間が必要です。

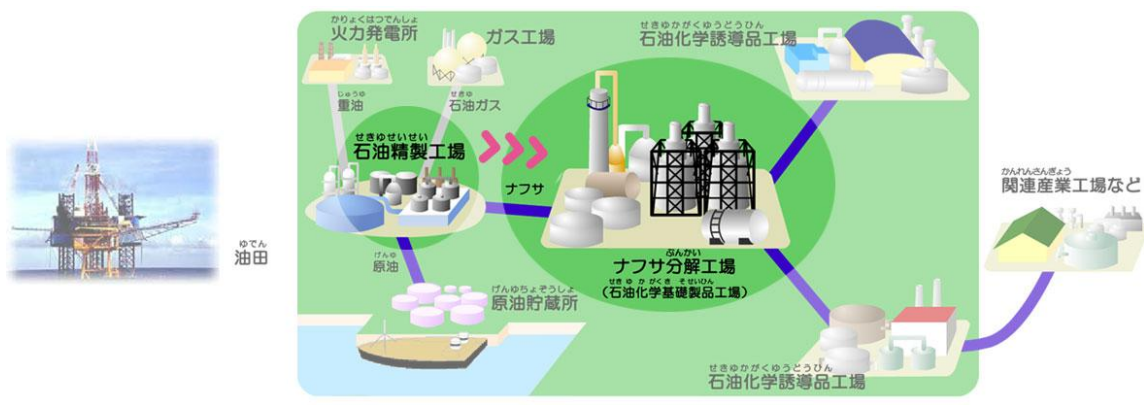
- ③ 粘土鉱物の「膨潤」と微細粒子の移動 原油が含まれている砂岩などの地層には、微細な粘土が含まれています。メカニズム：原油の流れが止まり、地層内にある水分(地層水)の状態が変化すると、粘土が水分を吸って膨らんだり(膨潤)、細かい粒子の配置が変わったりします。結果、これがフィルターの目詰まりのような役割を果たし、地層の「浸透率(液体の通しやすさ)」が劇的に低下します。
- ④ 設備の「腐食」と劣化、これは地層そのものではありませんが、再生産を阻む大きな要因です。イランなどの原油には硫化水素(H₂S)などの腐食性物質が含まれていることが多い。流れている間は防食剤などが効いていますが、1年も停滞すると、高濃度の塩水や化学物質がパイプラインや井戸の設備を内側からボロボロに腐食させます。いざ再開しようとしても、井戸が崩壊(ケーシングの破損)、地上設備が使い物にならなくなります。



「1年放置するとダメになる」というのは、地層がカチカチに固まるというよりは、「原油の通り道がミクロのレベルで目詰まりを起こし、地下の液体バランスがめちゃくちゃになる」というイメージに近い、一度こうなると、高压の化学薬品を注入したり、地層を爆破してヒビを入れたり(フラクチャリング)といった特殊で高額な「修復作業(ワークオーバー)」が必要になります。それでも元の生産量に戻るとは限らないため、産油国にとって長期停止は死活問題なのです。米国によるホルムズ海峡逆封鎖は、この問題がイランを追い詰める駆け引きになっているからなのです。

2. 深刻化するナフサとは(石油技術協会、石油連盟、参照)

ナフサは、ガソリンに似た透明な液体で、石油製品のひとつです。LPガス留分の次に沸点(35℃～180℃)が低く軽い留分です。ナフサからは、エチレン、プロピレン、ブタジエン、ベンゼン、トルエン、キシレンといった「石油化学基礎製品」が作られます。これらの基礎製品から、プラスチック、合成繊維、合成ゴム、合成洗剤、塗料などの原料となる「石油化学誘導品」(中間製品)が生産されます。さらに、中間製品は関連産業の工場に運ばれ、様々な製品に加工されます。例えば、われわれの生活で身近に利用しているパソコンや携帯電話、大型の薄型テレビ、その他家電製品、自動車のバンパー、シートや内装、ワイシャツやスポーツ用品などの衣料品、塗料、橋脚の補強材など様々な分野で使われています。(石油連盟より参照)



石油精製工場でわけられたナフサはナフサ分解工場に送られてきます。

ナフサ（英：naphtha）とは、原油を常圧蒸留装置によって蒸留分離して得られる製品のうち沸点範囲がおおむね 30 - 180°C 程度の炭化水素混合物である。粗製ガソリン、直留ガソリンなどとも呼ばれる。主に炭素数(分子鎖長)C8 から C10 の範囲の芳香族炭化水素などからなる。ナフサのうち沸点範囲が 35 - 80°C 程度のものを軽質ナフサといい、日本では石油化学工業でのエチレンプラント原料として多く使用される。輸入原油を国内で精製して製造するものと、ナフサとして輸入するものが相半ばする。沸点範囲が 80 - 180°C 程度のものを重質ナフサといい、接触改質装置におけるガソリンおよび芳香族炭化水素製造の原料としての使用が中心である。これは重質ナフサが炭素原子を 6 個以上持つ炭化水素を主成分としているため、接触改質における脱水素環化反応によって芳香族炭化水素を多く生成するからである。また、輸入されるナフサの中には、軽質ナフサと重質ナフサが混じっている(沸点範囲が広い)ものがあり、それらはフルレンジ・ナフサ (full-range naphtha) と呼ばれる。2000 年代以降は、廃食用油や木材残渣など再生可能資源を原料としたバイオマスナフサも工業化されています。



2-1. 用途

- (1) 燃料：ハクキンカイロの燃料に使われるベンジンは軽質ナフサの一種である。オイルライターやキャンプ用ポータブルストーブの燃料(ホワイトガソリン)に用いられる。2009 年以前の Zippo オイルは重質ナフサを成分としていた。かつてはナフサを燃料としたナフサランプが家庭でも用いられたが、揮発性が高く危険なため現代では灯油にほとんど置き換えられている。
- (2) 兵器：ナフサを主燃焼材とし増粘剤(Thickener)を混ぜて増粘したのがナパームである。

(3) 溶剤：しみぬき、洗浄、塗料の溶媒などに用いられる。工業用ではエチレンやプロピレンの重合溶剤、印刷インキ溶剤などに用いられる。農薬の溶剤や機械部品の洗浄剤としても用いられる。税金を回避するため留出温度等を工夫しガソリンや軽油とみなされないよう工夫されることがある。

2-2. 語源

元来は単に原油を意味する言葉で、ギリシャ語の「 $\lambda\phi\theta\alpha$ (naphtha)」、ラテン語の「naphtha」に由来するが、おそらく紀元前18世紀のアッカド語の「naptu」まで遡ることができる。他にもペルシャ語で「湿っていること」を意味する「naft」に由来するという説もある。石油 (petroleum) や灯油 (kerosene)、ガソリンなどと異なりナフサの語源だけがインド・ヨーロッパ語族よりも古く遡ることが出来る。灯油やガソリンは用途に応じて名前がつけられていったが、結果として利用価値のない留分にナフサの名称が残ることとなった。なお現在では脱炭素化で燃料としての石油 (灯油、ガソリン) の価値が低下し、相対的に化学原料としてのナフサの価値・価格が上昇している。

(編集 “ナフサ”. 石油便覧. 石油用語辞典.)



分解工場 (エチレンプラント) 全景

石油精製工場では、原油からいろいろな石油製品がつくられ、そのひとつであるナフサから石油化学製品がつくられるということを学びました。次はナフサがパイプラインで運ばれてくるナフサ分解工場の中を見てみることにしましょう。石油化学コンビナート 石油化学製品の原料となるのは、石油精製工場に分けられた、石油製品のひとつであるナフサが中心となります。ナフサはガソリンに似た透明 (とうめい) な液体です。

ナフサは化学反応によって、エチレン、プロピレン、ブタジエン、ベンゼン、トルエン、キシレンなどという重要な製品につくりかえられます。工場のなかでは、コンピュータで温度や反応の状態が管理されています。

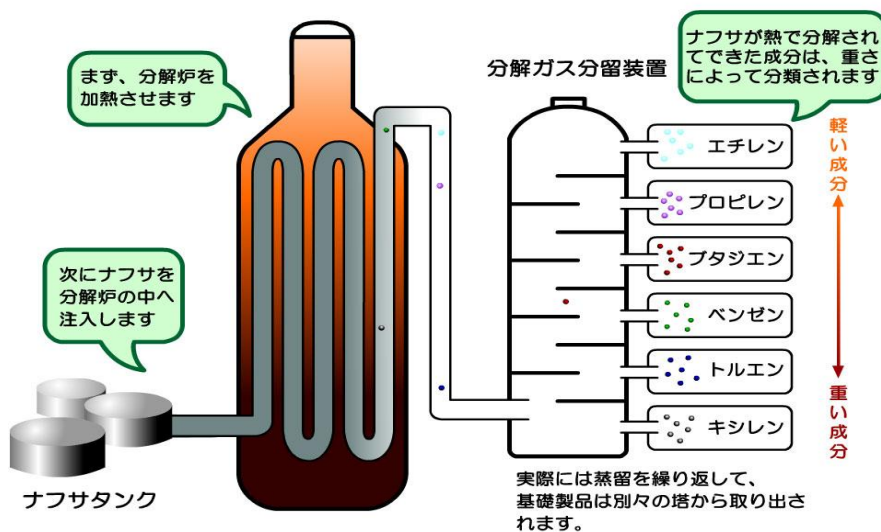
高い温度になっているナフサ分解炉のなかの管をナフサが通ると、ナフサははげしい化学反応 (熱分解反応) をおこします。化学反応がおこると、分子が、ばらばらになったり、ほかの分子とくっついた

り、いろいろなことが起こります。ナフサにおける化学反応は、おもに、分子がこまかく切れて(分解して)もっと小さな分子になる。それらがエチレン、プロピレン、ブタジエン、ベンゼン、トルエン、キシレンなどと呼ばれる物質です。これらは分解されてできたときは、高い温度なのでどれも気体で、まざり合った状態ですが、蒸留して分けて取り出すことができます。これを分留といいます。これらの物質は、身近にある石油化学製品をつくっていく出発点となる重要なもので石油化学基礎製品とよばれています。石油化学基礎製品は、おもにナフサから作られますが、原油に含まれるいろいろな成分を有効に使うため、ナフサ以外の物質から作られることもあります。すべての物質は、その性質を示す小さな粒からできています。この粒のことを分子といいます。分子の大きさはその物質によって違います。水は摂氏100度で沸騰しますが、お酒などに含まれるアルコールは摂氏78.3度で沸騰します。この様なことが起るのは、それをつくっている分子の大きさが違うからで、原油からつくられる石油製品も、その中に含まれている分子の大きさによって沸点がちがってくるのがわかっています。



ナフサ分解工場

ナフサはここで化学反応によって、エチレン、プロピレン、ブタジエン、ベンゼン、トルエン、キシレンなどという重要な製品につくりかえられます。工場のなかでは、コンピュータで温度や反応の状態が管理されています。



以上

46年間本当にお世話になり、ありがとうございました

令和8年5月13日
常務取締役 武田秀昭

これまで色々なことをさせていただきました。46年前から振り返ってみようと思います。

1980年に入社ですが、一年目はバイメタル、製造、品管の出検、生技とローテーションの後、二年目に品管の出検班の後、三年目は生産技術で当時自動車用サーモ NC 型の生産が始まる時で、温度仕様が[動作温度&復帰幅]のため、全数動作温度と復帰温度を測定し、復帰幅を計算して良否判定する必要があったため、早田さんがマイコンで測定器を制作する際の、インターフェースの部分の回路の配線作業を一日中やった時期がありました。ユニバーサル基盤でラッピングワイヤーを一本一本引きまわしての作業でした。



約20年前の写真

その後製造部に所属しますが、そこでチャタリングの自動検査装置を、バイメタルの反転検出と接点信号の時間差を測定する装置を作りました。四年目で元々電子回路に興味がありましたが高校の成績が少し足りなく、別の学科に進むことになったのですが、1週間C-MOS回路の研修に行かせてもらい、その経験からロジック回路で合否判定と、時間差を数値で表示する装置を作り上げました。当時NC型の自動組立機を計画していたので、その機械に載せることになったのですが、組立機がノイズの塊で、電磁的なノイズ、振動の影響で、結局まともに判定できないとして、搭載を断念することになってしまいました。手動での検査でも自動判定できるので、使えばいいはずですが、なぜかそこでお蔵入りとなってしまいました。なお、反転検出の部分は当時の工業新聞の注目の重要特許として紹介されています。

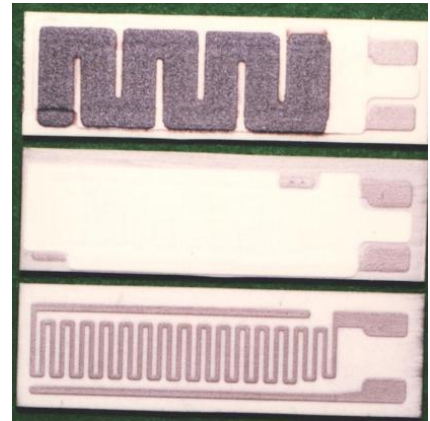
当時製造部に所属していながら、製造部長の伊藤さんからいろいろな案件をいただき「他社が生産を中止するサーモがあるので、図面を作って」と言われたのがGFCで16mmのバイメタルでの難しい温度帯でしたこれも四年目でした。他にもボディーアース型ギボシ型一本端子の製品EF型(TB120A)の生産が決まるのですが、温度選別方法が問題で、最初はねじ型ケース部に針金を巻いて温度を測定していたのですが、手間だけでなく、変色(電蝕による)の問題が。ここで、クリップでギボシ端子をつまんで水槽にぶら下げるだけで動作、復帰の判定ができる回路を作成し(五年目)、問題が解決したのですが、詳細は割愛させていただきます。

NC型のサーモ構造は優れたもので、生産から数年経過して客先が市場から回収したNC型サーモを調査、解析する機会があり、復帰幅仕様であることで、初期値が狭い範囲で管理されていたことで、走行距離数と復帰幅の変化から、残存寿命を把握することができることがデータから導き出され、ほかの機種、ほかの客先(ティア1)への展開へとつながりました(六年目)。

当時社内機構を電機と自動車に分ける動きがあり、私は電機の製品が当時UD3に大きく頼る構造だったので、電機に移動を選択し、結果として当時UD3に代わる機種として生産を開始したが、うまく生産できないでいたUB7を改良することで一気に問題解決し機種展開を含め動き出すことになりました。

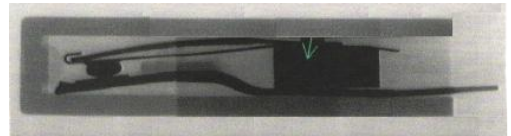
当時は様々な試験を新山君と定時間内で作業しており、残業の時間で設計を進めたのがUG5でした。

入社6年目頃で、このころ友祥会長がNTC特性だが発熱効率が高いというセラミックヒーターの話聞いてきて、プラズマ溶射でヒーターを作るという課題に取り組むことになりました。NTCですので高温になると熱暴走して壊れてしまうので、何らかの手段で制御する必要があり、当時の材料供給する大倉商事から交流定電流装置（靴くらいの大きさ）を購入したのですが、ここでも自前で小型の交流定電流装置を作成



セラミックヒーター

(八年目)、ほぼ同じ性能でした。そのほか、少し静電容量の大きな無極性キャパシタとNTCを直列に接続するとあるところで電流が一定になる効果を見つけ評価しますが、両者は力率を悪くすることで熱暴走を制御することになるので、効率が悪い。そのためP特性（金属の抵抗の温度計数の大きなNiを使用して）で発熱して、ある温度でNとPがバランスする抵抗比をさがして抵抗体に仕上げることで、何とかヒーターとして使える状態までできました（九年目）が、結果的に熱効率はヒーターでのジュール熱でしか働かず、立ち消えになりました。しかし、この間のN特性、P特性のヒーターの経験からPTCを内蔵するEP42PやUB8Pの設計につながり、ヒーターの経験は決して無駄ではなく、PTC内蔵サーモでのパフォーマンスは、世界最高レベルと自負しています。さてこの辺りが入社九年目頃で、この後漏電遮断器に取り組むことになります。（写真は最初にPTCを組付けたテスト品、今のEP42Pとは構造が異なります。それ以前はフィルム型ヒーターでの試験でしたが、規格要求に合わず変更）

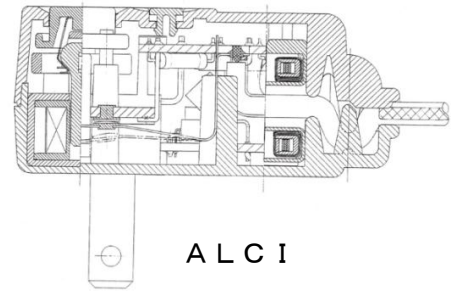


その後、米国で浴室に電源に接続されたままで放置されたヘアドライヤを子供が浴槽に落として感電死する事故が年間に何件も報告されることから、消費者団体が対策を強く求めたことに始まり、技術的解決に時間を要するとの判断から、第一段階としてOFF状態であれば感電しないことをヘアドライヤに求めることとなり、ウチヤは友祥会長のアイディアで、防水スイッチを、おもにUHKで生産しました。

電源スイッチにリード線を半田付けした後で、やわらかいPVCの下側カバーにリード線を通して、そのあと上にやわらかいカバーをかぶせて、高周波溶着して防水構造とするものでした。スイッチノブの動きが重くて、とても日本の女性は使えなかったと思います。

その後、OFF位置であっても水没した際には所定の短時間で電源を遮断することが求められ、私はこの段階までかかわっていなかったのですが、金沢さんたちが6mAで動作検出ができないうので、リードスイッチ（ガラス管に封入された先端が磁化されたスイッチで、磁界で作動する）で電流スイッチを構成している例を思い出し、実験するとリードスイッチの周りにコイルを20000回巻くと動作することが確認でき、キャパシタとの組み合わせでヘアドライヤの吹き出し口、吸い込み口に金属線を配置して、スイッチングユニットと組み合わせれば、要求に対応できることが確認でき、UL申請、取得まで行くのですが（IDCI:浸水感知電源遮断器 十一年目）、他社が漏電遮断器の小型版を電源プラグに組み込んで製品化を始めたことから、急遽プラグ型の漏電遮断器を作ることとなります。

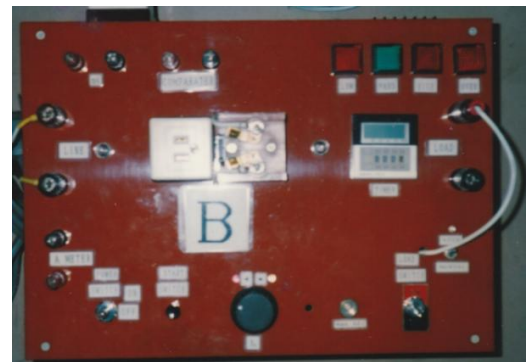
さて、白紙の製図用紙をドラフタにセットしては見たものの、サーモの構造の頭は漏電遮断器をどこから、どう考えて形にしていけばよいのか、最初は頭を抱えるばかりでした。しだいに方向性を決めることが必要と考え、設計方針として、①リレー機構を底面に展開する、②組み立ては差し込み、はめ込みだけにすると決めることで個々の部品の設計が進んだことを覚えています。



遮断器の中心機能のソレノイドとラッチ機構も面状に展開し、リセットボタンは末端側に位置し、飛び出す状態でトリップ状態を認識しやすくでき、回路部分は機構部の上部に配置し、作業しやすくなりました。ACコードは客先側で接続することでコスト対応できる設計に仕上げ、ULも取得しました（十二年目）が、ここでまた、他社が小型の漏電遮断器（ALCI）を開発したとの情報から、今度は外形寸法を指定され、このサイズに収まるALCIを再度設計することになります。サイズ面から機構部は縦型に、回路部は基板の沿面距離の制限で小さくできないため、2枚に分割して何とかサイズに収めることができました。（十四年目）

生産は中国広東省客先の中国工場生産することで、ライン設置の段階に入ります。

生産に必要な設備、特に基板の段階での機能検査装置、漏電感度を測定する動作感度検査装置、遮断時間を検査する動作時間検査装置、定期試験に必要なリングウエーブインパルス試験機などほとんどを回路作成し、ラインの検査機のほとんどを野本君が組み立ててくれました。



動作感度検査装置

中国工場のセットアップには当時海外営業の清水さんや押田さん、舟橋君、香港のHFHCスタッフなどの協力で何とか立ち上げまでたどり着くのですが、いざ生産となると品質問題が発生します。

実際の生産で、想定外のスピードでトロイダルコイルを巻くために、テンションが強くなり、内部のパーマロイのコアを締め付けてしまい、感度が低下することが後で判明、設計的な問題として、漏電検出のパーマロイコアのケースの隙間をもっととる必要があったようです。やはり素人仕事だったようです。この辺りが（入社十一年から十四年目）くらいの時期でした。

この後、安全規格が動き出す時期となり、IEC規格の国内委員会（TC72）やJIS規格検討委員やCMJサーモスタット部会部会長や、サーモスタット協議会の技術委員長、ULの規格制定会議（Standards Technical Panel）に就任し、規格の理解が設計に重要であることをこの後の1mm厚サーモや、SODのTH1、TH9、大容量を目指したAPI0や3mm角寸法制限のサーモなどの設計で痛感することとなりました。入社40年でUB8Pの特許で関東地方発明表彰を受賞しますが、これは期限ぎりぎりの20年前の技術でした。（おんど2019年11月号参照）



振り返ってみると、1990年代半ばを機に仕事の流れが変わった様に感じます。それ以前は課題に向かって限られたメンバーで集中してまとめていった時代で、スピードはありましたが取りこぼしもありました。それ以降はISOの関係もあり、多くの部署が絡むようになってきます。大きな問題は発生しにくくはなりましたが、スピードの面で大きな課題を感じます。今後の課題として是非取り組みをお願いします。

さて、これまでの活動を支えてくれたある人の言葉があります。

『自分で工夫しなさい』

とにかく、頂いた課題、自分で見つけた課題は、とことん考えます。時には「だめだ」と思いついながらも、ある時、ふと「できる!」とヒントを見つけると、そこからがもっともっと大変な段階に入ります。

自分で、その「できる」道筋を整理し、納得のいく形に仕上げる段階になるので、0.1mm単位で線を動かしたり、剛性を高める形状を考えたり、外形の寸法制約内に機構を収める為の微妙な調整をしたりです。

設計がまとまった後、たびたび体に異変を感じることもあり、胸やわき腹に痛みを感じ、慌てて病院に駆け込むことが何度かありました。結果は問題ないのですが、どうやら姿勢が問題のようです。

そんなことで、大げさな言い方をすると、命を削って開発をしてきたという思いはあります。

ここ10年くらいは、「何かを残す」という思いで、図面や特許を進めてきました。特に特許の図はあくまで説明なので、明細書の絵や現実の部品にこだわることなく、時にはスケールアップして考えてみてください。きっと現実の課題解決のヒントやチャンスにあると信じています。

何とか46年無事に区切りを迎える今、多くの方々への感謝の思いで一杯です。

会長、社長をはじめ現在の三郷の社員、UHK、UILの社員に感謝です。

亡くなられた友祥会長、HCF Cのダニエル・チャンさん、田中さん、岡田さん、菊池さん、須賀さん、仲間だった元木淳君、ありがとうございました。

協力会社の皆さんにも、たくさんわがままを聞いていただきました、ありがとうございました。

サーモ協でもたくさんの方々にお世話になり、お返しができないままですが、ありがとうございました。

そして、家内をはじめ子供たちにももっと色々してあげたかった、ありがとう。

46年間お世話になったすべての人々に、ありがとうございました。おかげさまで健康で仕事を終えることができました。写真は献血の50回記念です。

最終的に69歳までに55回、ほとんど400mlの献血が、健康であるからできました。

どうか皆さんも、健康に気を付けて頑張ってください。これからは外から応援しています。

以上

